

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-308396

(43)Date of publication of application : 04.11.1994

(51)Int.Cl.

G02B 25/00

G02B 6/04

G02B 27/02

(21)Application number : 05-101368

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 27.04.1993

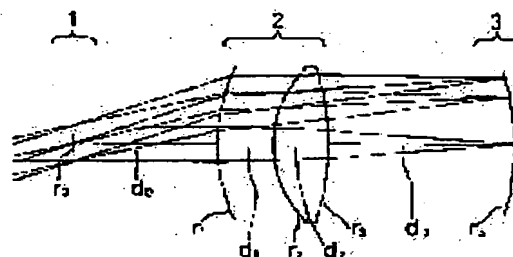
(72)Inventor : KENNO KOKICHI

(54) OCULAR FOR VISUAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the head mount type display device through which an image can be observed sharply up to its periphery at a wide display field angle by compensating the chromatic aberration by using two glass kinds.

CONSTITUTION: The ocular 2 consists of a negative meniscus lens which is convex to the side of an entrance pupil position 1 and a biconvex lens, which are adhered together. It is important that this constitution satisfies $14 < \bar{n}d_1 - \bar{n}d_2$, where $\bar{n}d_1$ is the Abbe number of a glass material which is large in Abbe's number and $\bar{n}d_2$ is the Abbe's number of a glass material which is small in Abbe number. When the difference in Abbe's number decreases 14 beyond the lower limit of the conditional inequality, the chromatic aberration quantity is undercompensated and the generation of the chromatic aberration of power can not be compensated, so that the resolving power at a peripheral field angle decreases. Further, it is important to satisfy $1 < \bar{R}/F < 3$, where R is the radius of curvature of the image plane of the ocular system by backward tracking and F is the focal length of the ocular system.



BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-308396

(43)公開日 平成6年(1994)11月4日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 B 25/00

6/04

27/02

識別記号

A 8106-2K

F

Z 7036-2K

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 21 頁)

(21)出願番号

特願平5-101368

(22)出願日

平成5年(1993)4月27日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 研野孝吉

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリン
パス光学工業株式会社内

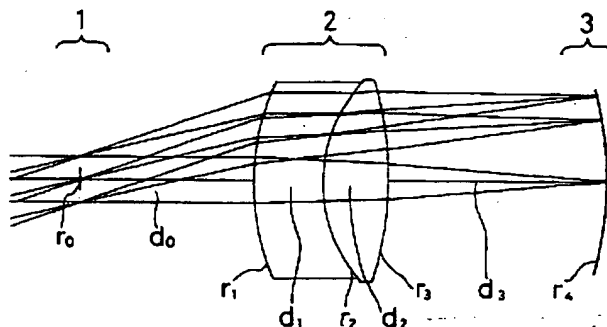
(74)代理人 弁理士 荻澤 弘 (外7名)

(54)【発明の名称】 視覚表示装置用接眼レンズ

(57)【要約】

【目的】 30°以上の観察画角が観察でき、周辺までフラットで鮮明な観察画像が観察できる視覚表示装置用接眼レンズ。

【構成】 観察像を表示する2次元表示素子と、2次元表示素子の平面像を曲面像3に変換する変換光学素子と、その曲面像3を拡大投影する正屈折力の接眼レンズ2とからなる視覚表示装置に用いられる接眼レンズ2において、接眼レンズ2が少なくとも1つの非球面と2つ以上の硝種で構成された両凸正レンズ群からなり、アッベ数の差の条件と、曲面像3の曲率半径と接眼レンズ2の焦点距離の比に関する条件と、非球面が光軸から離れるに従って曲率半径が大きくなるとの条件とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 観察像を表示する2次元表示素子と、該2次元表示素子の平面像を曲面像に変換する変換光学素子と、その曲面像を拡大投影する正屈折力の接眼レンズとからなる視覚表示装置に用いられる接眼レンズにおいて、前記接眼レンズが少なくとも1つの非球面と2つ以

$$1.4 < \nu_{d1} - \nu_{d2}$$

$$1 < |R/F| < 3$$

なる条件を満足すると共に、前記少なくとも1つの非球面が光軸から離れるに従って曲率半径が大きくなるように構成された非球面であることを特徴とする視覚表示装置用接眼レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ポータブル型視覚表示装置に関し、特に、観察者の頭部又は顔面に保持することが可能な頭部又は顔面装着式視覚装置の接眼レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、テレビジョンやコンピュータのディスプレイ等の視覚表示装置として、大画面、高精細のものが使用されるようになってきている。このため、CRTに代表される表示装置はますます大型化している。これは、液晶表示装置においても同様である。そこで、小型の装置でありながら高精細な大画面の観察像が得られる頭部装着式視覚表示装置が注目されている。

【0003】 このような従来の頭部装着式視覚表示装置の接眼レンズとしては、非球面の単レンズのみを用いて2次元画像表示素子を拡大投影する方法があり（特公平4-42650号）、その頭部装着式視覚表示装置の光学系を図17に示す。図17において、2次元画像表示素子を5、2次元画像表示素子5を空中に拡大投影する接眼レンズを2、観察者眼球位置を10とする。この従来技術においては、光学系が簡単ですむ利点があるが、観察者の頭部から2次元画像表示素子5の突出量が多くなり、また、観察画角を広くとろうとすると、接眼レンズ2の正単レンズが大きくなり、装置全体が大型になってしまい、装着感が悪化する、等の問題があった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 以下、このような従来技術との関連で本発明が解決しようとする問題点について詳しく説明する。頭部装着式視覚装置にとって、装置全体の大きさを小さくすることと、装置の重量を軽量化することが、装着性を損なわなくするために重要な点となる。これを決定する要因は、接眼光学系をいかに小型で軽量の構成とするかにかかっている。

【0005】 また、大きな画角を確保することは、画像観察時の臨場感を上げるために必要であり、画像の臨場感（提示画角によって決まってしまうという）も、過言

上の確率で構成された両凸正レンズ群からなり、アッペ数の大きい方の硝材のアッペ数を ν_{d1} 、アッペ数の小さい方の硝材のアッペ数を ν_{d2} とし、前記変換光学素子によって変換された物体面の曲率半径をR、前記接眼レンズの焦点距離をFとすると、

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

2, pp. 1589~1596 (1991)）。立体感・迫力感等の臨場感を観察者に与えるためには、水平方向で 30° （ $\pm 15^\circ$ ）以上の提示画角を確保することが必要であると同時に、 120° （ $\pm 60^\circ$ ）付近でその効果は飽和してしまうことが知られている。つまり、 30° 以上でなるべく 120° に近い観察画角にすることが望ましい。

【0006】 しかし、観察画角が広がると、接眼光学系の収差の補正が難しくなり、周辺画像の解像力が低下したり、像歪みの発生が大きくなり観察像が歪んだりする問題が発生し、実用上 70° 位が観察画角の限界となっている。

【0007】 また、この場合でも、レンズ系の構成枚数が多くなって光学系の大きさが大きくなり、装置全体の重さも重いものとなってしまふ。

【0008】 このような接眼レンズ系を単レンズで構成し、小型・軽量化をしようとしても、 20° を超える観察画角では、観察像の周辺でコマ収差と歪曲収差の発生が無視できなくなり、観察画角の周辺の解像力が低下してしまう。

【0009】 そこで、接眼レンズ系を非球面を有する単レンズで構成することが考えられているが、コマ収差と歪曲収差の発生は抑えられても、 30° の画角を超える画角では、非球面単レンズの色収差と像面湾曲収差の補正能力の限界に近づき、解像力のよい画像を観察者に提供することができなくなってしまう。これは、単レンズの両面を非球面にしても同じである。

【0010】 接眼レンズ系を非球面単レンズで構成した場合、非球面で補正できる収差は歪曲収差とコマ収差が主となり、色収差とベッツパール和の補正ができない。 30° 以下の視野角の場合は、非球面単レンズで構成しても、実用上の問題は生じない収差レベルとなるが、 30° を超える画角を確保しようとした場合には、色収差の中の倍率の色収差とベッツパール和による像面湾曲収差の発生が著しくなり、いくら非球面を用いても補正不可能になってしまう。

【0011】 本発明はこのような問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、 30° （ $\pm 15^\circ$ ）以上の観察画角が観察でき、かつ、周辺までフラットで鮮明な観察画像が観察できる視覚表示装置用接眼レンズを提供することである。

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の視覚表示装置用接眼レンズは、観察像を表示する2次元表示素子と、該2次元表示素子の平面像を曲面像に変換する変換光学素子と、その曲面像を拡大投影する正屈折力の接眼レンズとからなる視覚表示装置に用いられる接眼レンズにおいて、前記接眼レンズが少なくとも1

$$1.4 < \nu_{d1} - \nu_{d2}$$

$$1 < |R/F| < 3$$

なる条件を満足すると共に、前記少なくとも1つの非球面が光軸から離れるに従って曲率半径が大きくなるように構成された非球面であることを特徴とするものである。

【0013】

【作用】以下、上記構成をとる理由と作用について説明する。特開平4-336515号に示されているように、非球面を少なくとも1面用いた拡大接眼レンズは、顕微鏡用接眼レンズを始め多くの提案がある。しかし、頭部装着式視覚表示装置の接眼レンズにおいて、特に重要となることは、接眼レンズの小型化と重量の軽量化である。このような問題を解決するためには、レンズ構成枚数を少なくすることが重要であることは一般によく知られている。しかし、レンズ系の構成枚数を少なくすることは、各レンズで発生する収差が大きくなり、また、発生した収差を補正するレンズ系がなくなることを意味し、収差補正が困難になってしまう。その結果、観察画角を大きくとることができなくなってしまう。

【0014】例えば、単レンズで接眼光学系を構成すると、大きな歪曲収差が発生すると共に、コマ収差、非点収差等も発生し、結果として、観察画角は20°程度が限界となってしまう。

【0015】特開平4-336515号は、このような問題点を解決するために非球面を導入した例である。非球面を用いると、特に、歪曲収差とコマ収差の改善は図れるが、倍率の色収差とペッツバル和による像面湾曲収差の発生までは補正できない。したがって、観察画角も30°程度までが実用上使用できる限界となってしまう。

$$1.4 < \nu_{d1} - \nu_{d2}$$

なる条件を満足することが重要である。

【0020】この条件式の下限を超えてアッペ数の差が1.4以下になると、色収差量の補正不足となり、倍率の色収差の発生が補正しきれず、周辺画角の解像力が低下してしまう。

$$1 < |R/F| < 3$$

なる条件を満足することが重要である。

【0022】この条件式の下限の1を超えると、逆追跡での接眼レンズ系の像面湾曲を補正するための物体面の曲率半径が小さくなりすぎ、この物体面に接眼レンズ系の像面湾曲を合わせようとすると、非点収差が大きくな

つる非球面と2つ以上の硝種で構成された両凸正レンズ群からなり、アッペ数の大きい方の硝材のアッペ数を ν_{d1} 、アッペ数の小さい方の硝材のアッペ数を ν_{d2} とし、前記変換光学素子によって変換された物体面の曲率半径を R 、前記接眼レンズの焦点距離を F とすると、

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

【0016】本発明を構成する重要なポイントは以下の2点であり、この2点について順に説明する。本発明の特徴の1点目は、上記倍率の色収差を良好に補正するために、2硝種による色収差補正を行ったことである。これにより、倍率の色収差の補正に対しては、良好な収差補正が可能となり、この色収差に対しては50°近くまで実用上十分な補正をすることができる。

【0017】本発明の特徴の2点目は、像面湾曲収差を良好に補正するために、2次元画像表示素子の平面像を曲面に変換する変換光学素子によって、曲面物点を接眼レンズで遠方の平面像として空中に拡大投影する構成をとったことである。この構成は、平面である2次元画像表示素子の物体面を、接眼光学系の像面湾曲で打ち消すように、予め変換光学素子で曲面物点にすることが重要であるためである。これにより、像面湾曲収差を接眼レンズ系で補正する必要がなくなり、本発明のような1群のレンズで接眼レンズ系を構成することができる。

【0018】上記構成をとることによって、1群のレンズ系で、像面湾曲収差つまりペッツバル和の補正をしなくても、非点収差のみ補正されていれば、フラットな空中拡大像を提供することができる。

【0019】以下、設計の便宜上、観察者の眼側から逆に光線追跡した場合の逆追跡法による面番号によって説明する。倍率の色収差の補正のための条件は、2つの硝材のアッペ数の差で決まってくる。本発明の場合は、以下に示す条件式を満足する硝種を選ぶことが重要となる。アッペ数の大きい方の硝材のアッペ数を ν_{d1} 、アッペ数の小さい方の硝材のアッペ数を ν_{d2} とすると、

$$\dots (1)$$

【0021】次に、湾曲した物体面の曲率半径についての条件式について説明する。逆追跡での接眼レンズ系の像面の曲率半径を R 、接眼レンズ系の焦点距離を F とすると、

$$\dots (2)$$

を超えた場合は、今度は、非点収差が逆方向に大きくなり、やはり周辺画像の解像力が低下する。このように、非点収差とコマ収差のバランスをとる上で、上記条件を満足するとよい結果が得られる。

【0023】また、少なくとも1面の非球面の形状は、

くなるような非球面にすることが重要である。この非球面の形状は、コマ収差の発生を少なくするためのものであり、他の面で補正することが不可能となるからである。

【0024】次に、本発明の第2の項目である、変換光学素子について説明する。上記のような変換光学素子は、例えば、意図的に像面湾曲を発生させたりレーンズ系で構成することにより、変換光学素子として使用することができる。

【0025】変換光学素子がない場合は、2次元画像表示素子を曲面に製作することとなり、製作上の問題からこれは非常に難しい。そこで、平面上に表示された2次元画像を接眼光学系側に凹面を向けた曲面に変換する変換光学素子を構成に加えることによって、接眼レンズ系に像面湾曲収差が残存していても、曲面物点を像面湾曲のある接眼レンズ系で投影すれば、平面の空中像として

$$12 < F < 25 \quad [\text{mm}]$$

なる条件を満足することが重要である。

【0029】この下限の12mmを超えると、接眼レンズの焦点距離が短くなりすぎて、接眼レンズと観察者の瞳位置との距離（アイポイント）を12mm以上確保することが不可能となり、観察者の睫毛が接眼レンズに当たってしまい、観察し難くなる。また、上限の25mm

$$0.4 < |R_1 / R_3| < 2.5$$

なる条件を満足することが重要である。

【0031】この条件式は、第1面と第3面の屈折力の比を表しており、接眼レンズ系の主点位置が2次元画像表示素子側になるのか観察者の眼球位置側にあるのかを表している。その下限の0.4を超えると、第1面の屈折力が第3面に比べて強くなり、第1面の屈折力が強くなりすぎ、第1面で発生するコマ収差が大きくなりすぎて周辺の解像力が低下してしまう。また、このコマ収差を他の面で補正しようとしても、他の面では不可能である。上限の2.5を超えると、接眼レンズ系の主点位置が観察者の眼側にきて、アイポイントが大きくとれるようになるが、今度は、第3面で発生するコマ収差と非点収差の発生が大きくなり、非球面を導入しても補正することが不可能となる。

【0032】

【実施例】以下、図面を参照にして本発明の視覚表示装置用接眼レンズの実施例1～12について説明する。図1に実施例1の、図2に実施例6のレンズ断面を示すが、実施例2～5、7～12のレンズ構成は実施例1とほぼ同じであるので、図示は省く。

【0033】図1、2において、符号1は観察者眼球の虹彩位置にあたる接眼レンズの入射瞳位置、2は接眼レンズ、3は湾曲した像面であり、光線追跡上の利便性から、逆追跡によっている。

【0034】そのような湾曲した像面を設けた図2に示す

拡大投影することが可能となる。

【0026】上記のように、変換光学素子は、像面湾曲を意図的に発生させたりレーンズ系で構成することが可能であるし、端面を曲面にしたイメージ・ファイバープレート等で構成することも可能である。

【0027】さらに好ましくは、接眼レンズの少なくとも1面の非球面は、逆追跡上で最も像側の第3面に設けることが収差補正上好ましい。これは、最も軸外マージナル光線高が第3面で最も高くなり、軸外収差のコントロールが第3面を非球面にすることによって可能となるからである。

【0028】さらに好ましくは、接眼レンズの焦点距離は、装置全体の大きさから短くする方が有利となるが、接眼レンズと観察者の瞳位置との距離（アイポイント）が12mm以上必要であることから、接眼レンズの焦点距離Fは、

$$\dots (3)$$

を超えると、接眼レンズが大きく重くなりすぎ、装置全体が大きく重くなり、装置を装着したときに観察者に違和感や疲労感を与えてしまう。

【0030】次に、第1面の曲率半径を R_1 、第3面の曲率半径を R_3 とすると、

$$\dots (4)$$

4、図4に示したようなイメージ・ファイバープレート6等からなる変換光学素子によって、2次元画像表示素子5の平面画像面を変換することにより得られる。なお、2次元画像表示素子5の表示面を湾曲させて曲面像面3とすることもできる。

【0035】さて、接眼レンズ2は、実施例1～5、7～12においては、図1に示すように、入射瞳位置1側から、入射瞳位置1側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズからなり、両者は接着されている。また、実施例6においては、図2に示すように、入射瞳位置1側から、両凸レンズと像面3側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなり、両者は接着されている。

【0036】実施例1は、接眼レンズ2の第3面に非球面を用いており、観察画角は、水平方向で 30° （ $\pm 15^\circ$ ）で、対角方向で 37.8° であり、焦点距離は $F = 23.3365 \text{ mm}$ 、入射瞳径4mmである。

【0037】実施例2は、接眼レンズの第1面、第3面に非球面を用いており、観察画角は、水平方向で 30° （ $\pm 15^\circ$ ）で、対角方向で 37.8° であり、焦点距離は $F = 24.052 \text{ mm}$ 、入射瞳径4mmである。

【0038】実施例3は、接眼レンズの第1面～第3面に非球面を用いており、観察画角は、水平方向で 30° （ $\pm 15^\circ$ ）で、対角方向で 37.8° であり、焦点距離は $F = 22.965 \text{ mm}$ 、入射瞳径4mmである。

【0039】実施例4は、接眼レンズの第3面に非球面

°)で、対角方向で37.8°であり、焦点距離はF=18.895mm、入射瞳径4mmである。

【0040】実施例5は、接眼レンズの第3面に非球面を用いており、観察画角は、水平方向で30°(±15°)で、対角方向で37.8°であり、焦点距離はF=25.726mm、入射瞳径4mmである。

【0041】実施例6は、接眼レンズ2の第3面に非球面を用いており、観察画角は、水平方向で30°(±15°)で、対角方向で37.8°であり、焦点距離はF=26.304mm、入射瞳径4mmである。

【0042】実施例7は、接眼レンズの第1面～第3面に非球面を用いており、観察画角は、水平方向で40°(±20°)で、対角方向で50.4°であり、焦点距離はF=19.9984mm、入射瞳径4mmである。

【0043】実施例8は、接眼レンズの第3面に非球面を用いており、観察画角は、水平方向で40°(±20°)で、対角方向で50.4°であり、焦点距離はF=15.1818mm、入射瞳径4mmである。

【0044】実施例9は、接眼レンズの第3面に非球面を用いており、観察画角は、水平方向で50°(±25°)で、対角方向で63.1°であり、焦点距離はF=17.3167mm、入射瞳径4mmである。

【0045】実施例10は、接眼レンズの第1面、第3面に非球面を用いており、観察画角は、水平方向で50°(±25°)で、対角方向で63.1°であり、焦点

距離はF=16.5402mm、入射瞳径4mmである。

【0046】実施例11は、接眼レンズの第1面～第3面に非球面を用いており、観察画角は、水平方向で50°(±25°)で、対角方向で63.1°であり、焦点距離はF=15.0796mm、入射瞳径4mmである。

【0047】実施例12は、接眼レンズの第3面に非球面を用いており、観察画角は、水平方向で50°(±25°)で、対角方向で63.1°であり、焦点距離はF=20.2986mm、入射瞳径4mmである。

【0048】以下、上記実施例1～12の逆追跡のレンズデータを示すが、記号は、上記の外、 r_0 は瞳位置1を、 d_0 はアイポイントを、 $r_1 \sim r_3$ は接眼レンズ2の各レンズ面の曲率半径を、 d_1 、 d_2 は接眼レンズ2の各レンズ面間の間隔を、 n_{d1} 、 n_{d2} は接眼レンズ2の各レンズのd線の屈折率、 v_{d1} 、 v_{d2} は接眼レンズ2の各レンズのアッペ数を表し、 d_3 は接眼レンズ2の最終面(第3面)と像面3の間の間隔を、 r_4 は像面3を表す。また、非球面形状は、その非球面上の任意の点から非球面頂点の接平面までの距離をZ、この任意の点から光軸までの距離をh、基準曲率半径をr、円錐定数をK、非球面係数をA、B…とした時に、下記の式によって表せられる。

$$Z = (h^2 / r) / \{1 + [1 - (1 + K)(h/r)^2]^{1/2}\} + Ah^4 + Bh^6 + \dots \quad \dots (5)$$

ただし、 $h = X^2 + Y^2$ である。

【0049】実施例1

$r_0 =$ (瞳位置)	$d_0 = 15.000$	
$r_1 = 21.5489$	$d_1 = 5.800$	$n_{d1} = 1.84660 \quad v_{d1} = 23.9$
$r_2 = 12.5356$	$d_2 = 5.669$	$n_{d2} = 1.62041 \quad v_{d2} = 60.3$
$r_3 = -25.4354$ (非球面)	$d_3 = 18.551$	
$r_4 = -33.5251$		

非球面係数

第3面

$K = -4.816485$

$A = -0.102230 \times 10^{-4}$

$B = 0$

$$v_{d1} - v_{d2} = 60.3 - 23.9 = 36.4$$

$$|R/F| = |-33.53/23.34| = 1.44$$

$$|R_1/R_3| = |21.55/-25.44| = 0.85$$

【0050】実施例2

$r_0 =$ (瞳位置)	$d_0 = 15.002$	
$r_1 = 18.7558$ (非球面)	$d_1 = 6.299$	$n_{d1} = 1.84660 \quad v_{d1} = 23.9$
$r_2 = 11.0076$	$d_2 = 5.700$	$n_{d2} = 1.62041 \quad v_{d2} = 60.3$
$r_3 = -33.5874$ (非球面)	$d_3 = 18.000$	
$r_4 = -32.7505$		

非球面係数

第1面

$K = -0.411383$

$A = 0.469754 \times 10^{-5}$

$B = 0.420315 \times 10^{-7}$

$$A = 0.267076 \times 10^{-5}$$

$B = 0$

$$v_{d1} - v_{d2} = 60.3 - 23.9 = 36.4$$

$$|R/F| = |-32.75/24.05| = 1.36$$

$$|R_1/R_3| = |18.76/-33.59| = 0.56$$

$$\begin{aligned}
 r_0 &= \text{(瞳位置)} & d_0 &= 15.001 \\
 r_1 &= 18.0810 \text{ (非球面)} & d_1 &= 5.234 & n_{d1} &= 1.84660 & v_{d1} &= 23.9 \\
 r_2 &= 10.6679 \text{ (非球面)} & d_2 &= 6.729 & n_{d2} &= 1.62041 & v_{d2} &= 60.3 \\
 r_3 &= -30.7567 \text{ (非球面)} & d_3 &= 17.205 \\
 r_4 &= -33.3410
 \end{aligned}$$

第1面

$$K = -0.700102$$

$$A = 0.106320 \times 10^{-4}$$

$$B = 0.283749 \times 10^{-7}$$

第2面

$$K = 0.064525$$

$$A = 0.434571 \times 10^{-4}$$

$$B = -0.168414 \times 10^{-5}$$

第3面

$$\begin{aligned}
 r_0 &= \text{(瞳位置)} & d_0 &= 15.000 \\
 r_1 &= 17.2162 & d_1 &= 2.500 & n_{d1} &= 1.84660 & v_{d1} &= 23.9 \\
 r_2 &= 10.6399 & d_2 &= 7.390 & n_{d2} &= 1.62041 & v_{d2} &= 60.3 \\
 r_3 &= -21.0275 \text{ (非球面)} & d_3 &= 15.110 \\
 r_4 &= -27.5534
 \end{aligned}$$

非球面係数

第3面

$$K = -10.60884$$

$$A = -0.639428 \times 10^{-4}$$

$$B = 0.312648 \times 10^{-6}$$

$$\begin{aligned}
 v_{d1} - v_{d2} &= 60.3 - 23.9 = 36.4 \\
 |R/F| &= |-27.55/18.90| = 1.46 \\
 |R_1/R_3| &= |17.22/-21.03| = 0.82
 \end{aligned}$$

【0053】实施例5

$$\begin{aligned}
 r_0 &= \text{(瞳位置)} & d_0 &= 15.000 \\
 r_1 &= 20.3804 & d_1 &= 2.500 & n_{d1} &= 1.79500 & v_{d1} &= 45.3 \\
 r_2 &= 11.1948 & d_2 &= 6.794 & n_{d2} &= 1.62041 & v_{d2} &= 60.3 \\
 r_3 &= -35.8353 \text{ (非球面)} & d_3 &= 21.712 \\
 r_4 &= -65.48284
 \end{aligned}$$

非球面係数

第3面

$$K = -21.60884$$

$$A = -0.249510 \times 10^{-4}$$

$$B = 0$$

$$\begin{aligned}
 v_{d1} - v_{d2} &= 60.3 - 45.3 = 15.0 \\
 |R/F| &= |-65.48/25.73| = 2.54 \\
 |R_1/R_3| &= |20.38/-35.84| = 0.57
 \end{aligned}$$

【0054】实施例6

$$\begin{aligned}
 r_0 &= \text{(瞳位置)} & d_0 &= 15.000 \\
 r_1 &= 17.3935 & d_1 &= 8.000 & n_{d1} &= 1.62041 & v_{d1} &= 60.3 \\
 r_2 &= -15.5421 & d_2 &= 8.000 & n_{d2} &= 1.79500 & v_{d2} &= 45.3 \\
 r_3 &= -48.3849 \text{ (非球面)} & d_3 &= 18.575 \\
 r_4 &= -56.31109
 \end{aligned}$$

非球面係数

第3面

$$K = -13.415666$$

$$A = 0.280647 \times 10^{-4}$$

$$B = 0$$

$$\begin{aligned}
 v_{d1} - v_{d2} &= 60.3 - 45.3 = 15.0 \\
 |R/F| &= |-56.31/26.30| = 2.14 \\
 |R_1/R_3| &= |17.39/-48.38| = 0.36
 \end{aligned}$$

实施例7

$$\begin{aligned}
 r_0 &= \text{(瞳位置)} & d_0 &= 15.002 \\
 r_1 &= 17.9080 \text{ (非球面)} & d_1 &= 5.470 & n_{d1} &= 1.84660 & v_{d1} &= 23.9 \\
 r_2 &= 9.3948 \text{ (非球面)} & d_2 &= 10.909 & n_{d2} &= 1.62041 & v_{d2} &= 60.3 \\
 r_3 &= -18.0303 \text{ (非球面)} & d_3 &= 13.620 \\
 r_4 &= -27.2658
 \end{aligned}$$

$$A = -0.156333 \times 10^{-4}$$

$$B = -0.431237 \times 10^{-7}$$

第2面

$$K = -0.640682$$

$$A = -0.630077 \times 10^{-5}$$

$$B = -0.889580 \times 10^{-7}$$

第3面

$$K = -8.207213$$

$$r_0 = \text{(瞳位置)}$$

$$r_1 = 15.5682$$

$$r_2 = 10.7162$$

$$r_3 = -13.1358 \text{ (非球面)}$$

$$r_4 = -28.2141$$

非球面係数

第3面

$$K = -2.542008$$

$$A = 0.777350 \times 10^{-4}$$

$$B = 0$$

$$r_0 = \text{(瞳位置)}$$

$$r_1 = 22.8036$$

$$r_2 = 15.6474$$

$$r_3 = -13.3094 \text{ (非球面)}$$

$$r_4 = -35.3690$$

非球面係数

第3面

$$K = -2.231257$$

$$A = 0.192329 \times 10^{-4}$$

$$B = 0$$

$$r_0 = \text{(瞳位置)}$$

$$r_1 = 20.6169 \text{ (非球面)}$$

$$r_2 = 14.8332$$

$$r_3 = -12.4068 \text{ (非球面)}$$

$$r_4 = -34.2441$$

非球面係数

第1面

$$K = 0.056745$$

$$A = -0.894154 \times 10^{-5}$$

$$B = 0.724808 \times 10^{-8}$$

第3面

$$K = -2.905002$$

$$r_0 = \text{(瞳位置)}$$

$$r_1 = 22.1333 \text{ (非球面)}$$

$$r_2 = 18.0466 \text{ (非球面)}$$

$$r_3 = -10.3053 \text{ (非球面)}$$

$$r_4 = -40.2685$$

第1面

$$K = 0.460822$$

$$A = 0.133503 \times 10^{-4}$$

$$B = -0.160025 \times 10^{-6}$$

$$A = -0.682298 \times 10^{-4}$$

$$B = 0.460933 \times 10^{-6}$$

$$v_{d1} - v_{d2} = 60.3 - 23.9 = 36.4$$

$$|R/F| = |-32.37/20.00| = 1.62$$

$$|R_1/R_3| = |17.91/-18.03| = 0.99$$

【0055】実施例8

$$d_0 = 15.000$$

$$d_1 = 2.500 \quad n_{d1} = 1.84660 \quad v_{d1} = 23.9$$

$$d_2 = 12.521 \quad n_{d2} = 1.62041 \quad v_{d2} = 60.3$$

$$d_3 = 9.978$$

$$v_{d1} - v_{d2} = 60.3 - 23.9 = 36.4$$

$$|R/F| = |-28.21/15.18| = 1.86$$

$$|R_1/R_3| = |15.57/-13.14| = 1.19$$

【0056】実施例9

$$d_0 = 15.000$$

$$d_1 = 2.500 \quad n_{d1} = 1.84660 \quad v_{d1} = 23.9$$

$$d_2 = 14.739 \quad n_{d2} = 1.62041 \quad v_{d2} = 60.3$$

$$d_3 = 12.761$$

$$v_{d1} - v_{d2} = 60.3 - 23.9 = 36.4$$

$$|R/F| = |-35.37/17.32| = 2.04$$

$$|R_1/R_3| = |22.80/-13.31| = 1.71$$

【0057】実施例10

$$d_0 = 15.000$$

$$d_1 = 2.500 \quad n_{d1} = 1.84660 \quad v_{d1} = 23.9$$

$$d_2 = 11.179 \quad n_{d2} = 1.62041 \quad v_{d2} = 60.3$$

$$d_3 = 11.179$$

$$A = 0.442459 \times 10^{-5}$$

$$B = 0$$

$$v_{d1} - v_{d2} = 60.3 - 23.9 = 36.4$$

$$|R/F| = |-34.24/16.54| = 2.07$$

$$|R_1/R_3| = |20.62/-12.41| = 1.66$$

【0058】実施例11

$$d_0 = 15.000$$

$$d_1 = 2.500 \quad n_{d1} = 1.84660 \quad v_{d1} = 23.9$$

$$d_2 = 17.493 \quad n_{d2} = 1.62041 \quad v_{d2} = 60.3$$

$$d_3 = 10.006$$

$$K = -0.289289$$

$$A = 0.214610 \times 10^{-3}$$

$$B = -0.834993 \times 10^{-6}$$

$$C = 0$$

$$A = -0.600474 \times 10^{-4}$$

$$B = 0.223437 \times 10^{-6}$$

$$v_{d1} - v_{d2} = 60.3 - 23.9 = 36.4$$

$$|R/F| = |-40.27/15.08| = 2.67$$

$$r_0 = \text{(瞳位置)}$$

$$d_0 = 15.000$$

$$r_1 = 28.8302$$

$$d_1 = 4.665$$

$$n_{d1} = 1.84660 \quad v_{d1} = 23.9$$

$$r_2 = 17.1240$$

$$d_2 = 14.697$$

$$n_{d2} = 1.62041 \quad v_{d2} = 60.3$$

$$r_3 = -14.8762 \text{ (非球面)}$$

$$d_3 = 15.638$$

$$r_4 = -34.7933$$

非球面係数

第3面

$$K = -2.658889$$

$$A = -0.117671 \times 10^{-4}$$

$$B = 0$$

$$v_{d1} - v_{d2} = 60.3 - 23.9 = 36.4$$

$$|R/F| = |-34.79/20.30| = 1.71$$

$$|R_1/R_3| = |28.83/-14.88| = 1.94$$

【0060】次に、上記実施例1～12の球面収差、非点収差、歪曲収差、横収差を表す収差図をそれぞれ図5～図16に示す。

【0061】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明の視覚表示装置用接眼レンズによると、広い提示画角で、周辺の画角まで鮮明に観察できるので、広画角で鮮明な画像観察ができる頭部装着型表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の視覚表示装置用接眼レンズのレンズ断面図である。

【図2】実施例6のレンズ断面図である。

【図3】変換光学素子としてリレー光学系を用いた視覚表示装置の光学系を示す図である。

$$|R_1/R_3| = |22.13/-10.31| = 2.15$$

【0059】実施例12

【図4】変換光学素子としてイメージ・ファイバプレートを用いた視覚表示装置の光学系を示す図である。

【図5】実施例1の球面収差、非点収差、歪曲収差、横収差を表す収差図である。

【図6】実施例2の図5と同様な収差図である。

【図7】実施例3の図5と同様な収差図である。

【図8】実施例4の図5と同様な収差図である。

【図9】実施例5の図5と同様な収差図である。

【図10】実施例6の図5と同様な収差図である。

【図11】実施例7の図5と同様な収差図である。

【図12】実施例8の図5と同様な収差図である。

【図13】実施例9の図5と同様な収差図である。

【図14】実施例10の図5と同様な収差図である。

【図15】実施例11の図5と同様な収差図である。

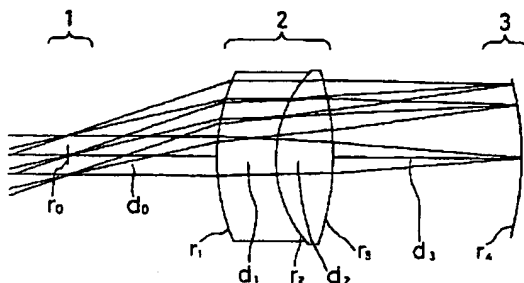
【図16】実施例12の図5と同様な収差図である。

【図17】従来の頭部装着式視覚表示装置の光学系を示す図である。

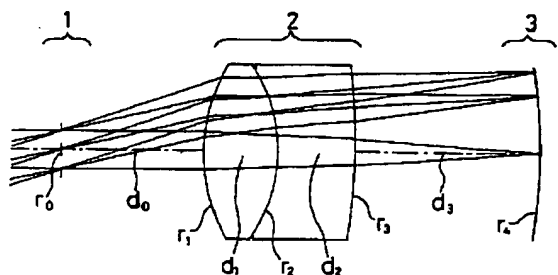
【符号の説明】

- 1…接眼レンズの入射瞳位置
- 2…接眼レンズ
- 3…曲面像面
- 4…リレー光学系
- 5…2次元画像表示素子
- 6…イメージ・ファイバプレート

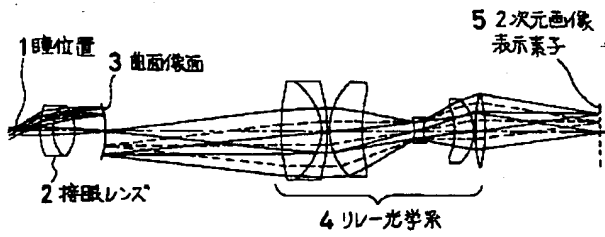
【図1】



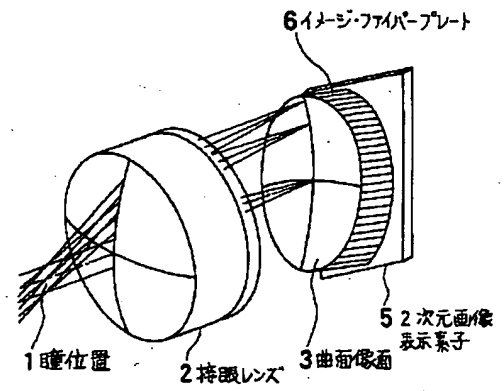
【図2】



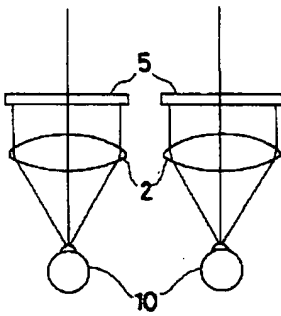
【図3】



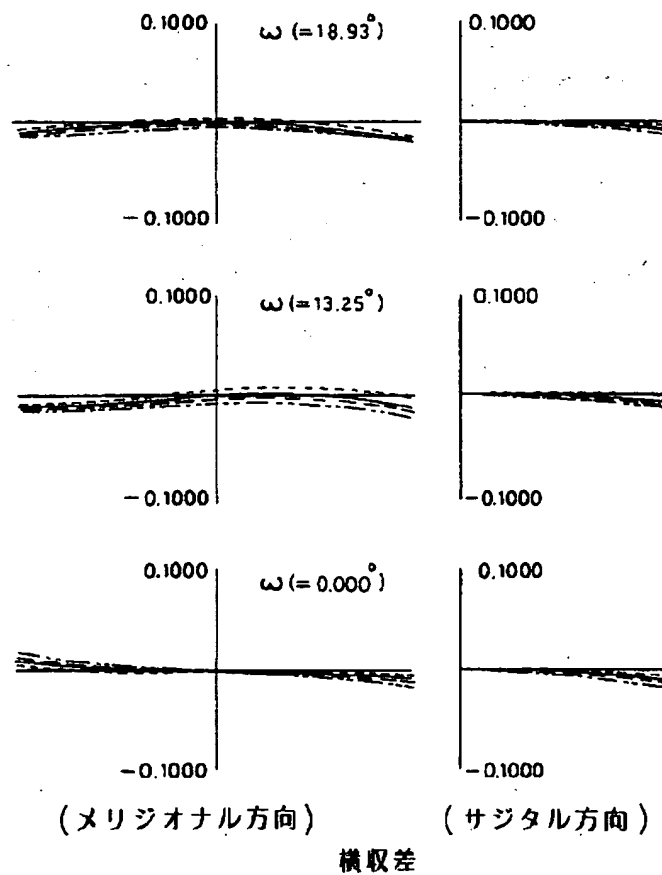
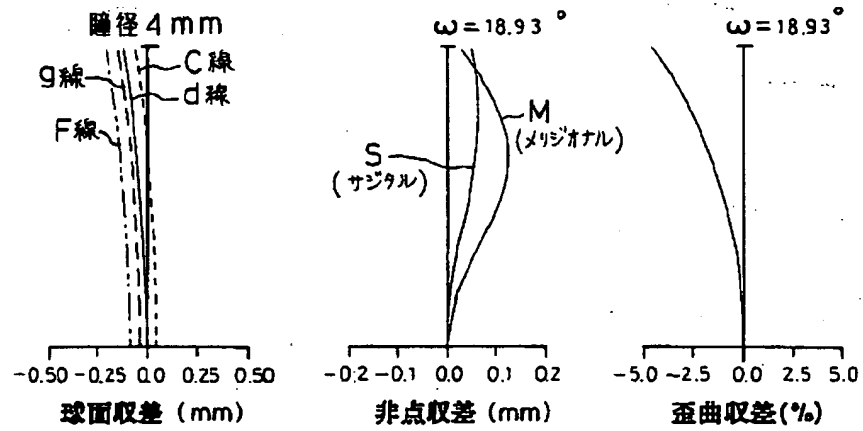
【図4】



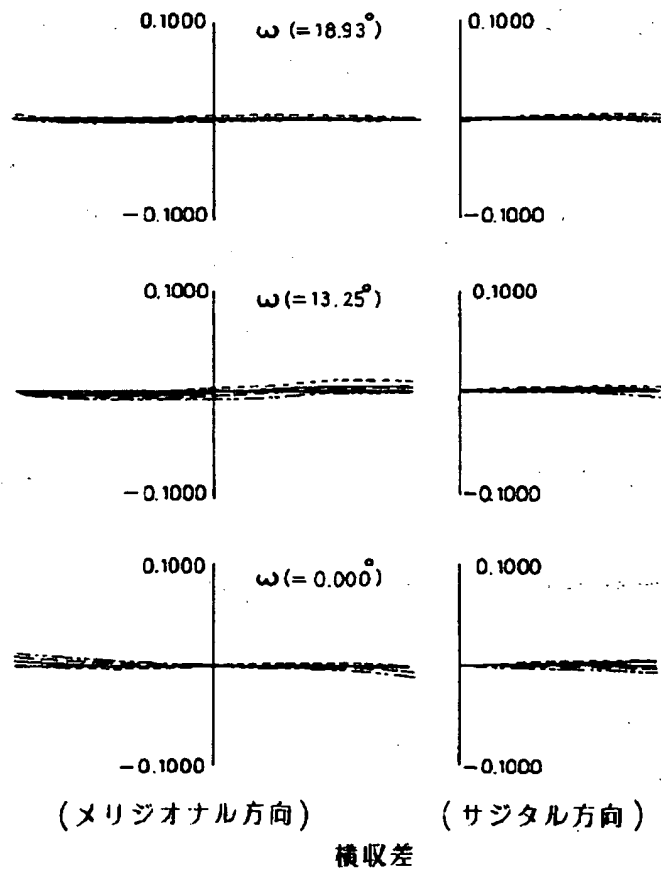
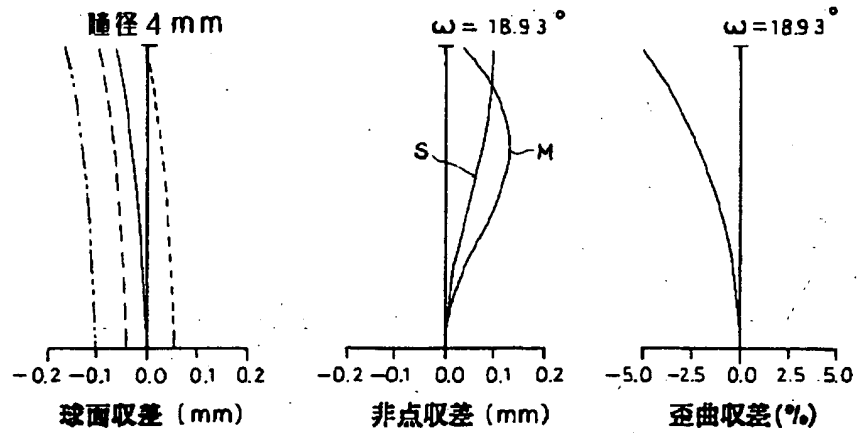
【図17】



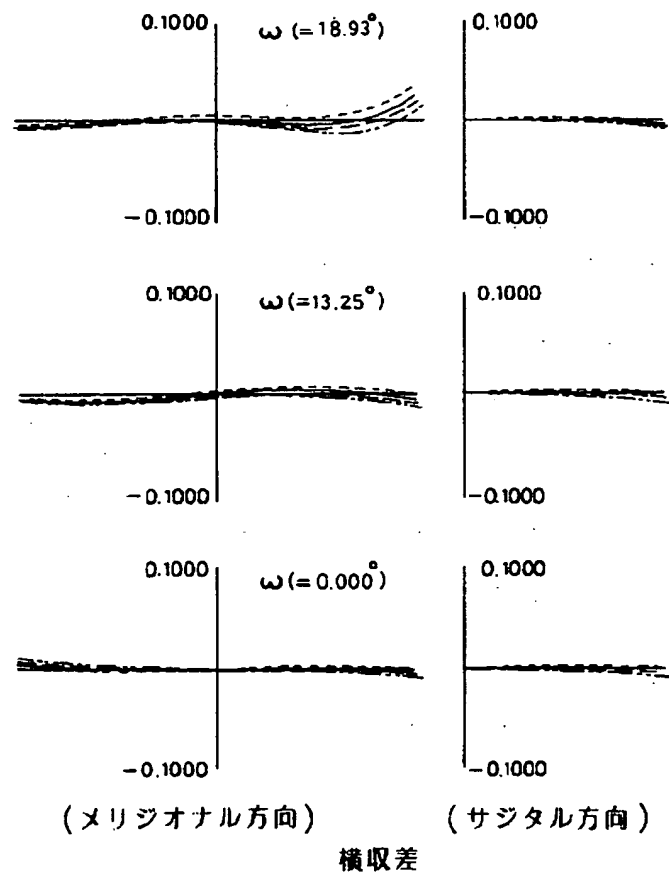
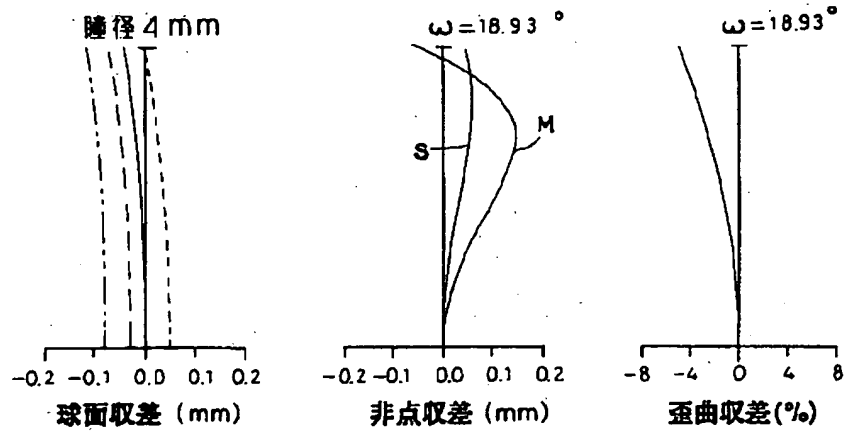
【図5】



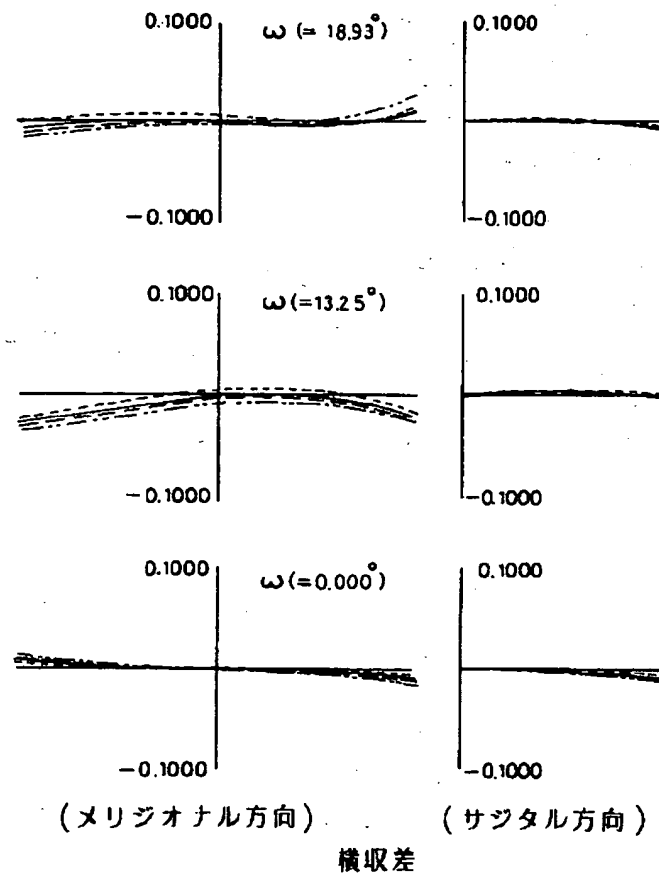
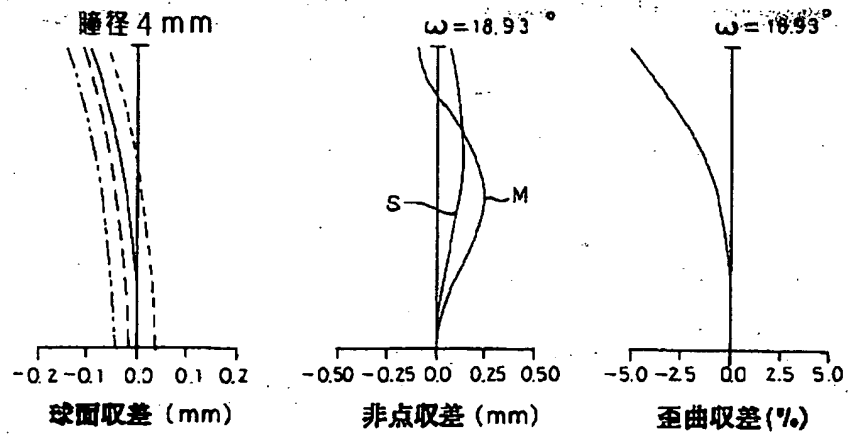
【図6】



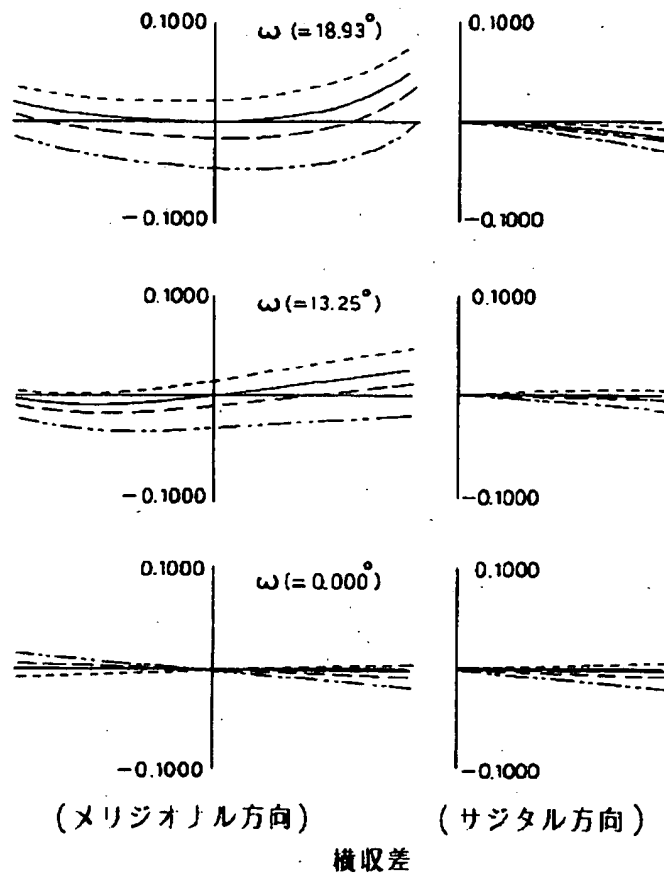
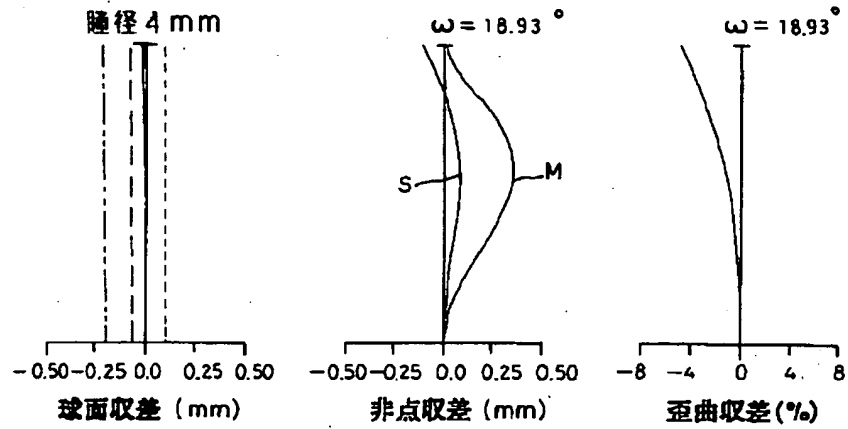
【図7】



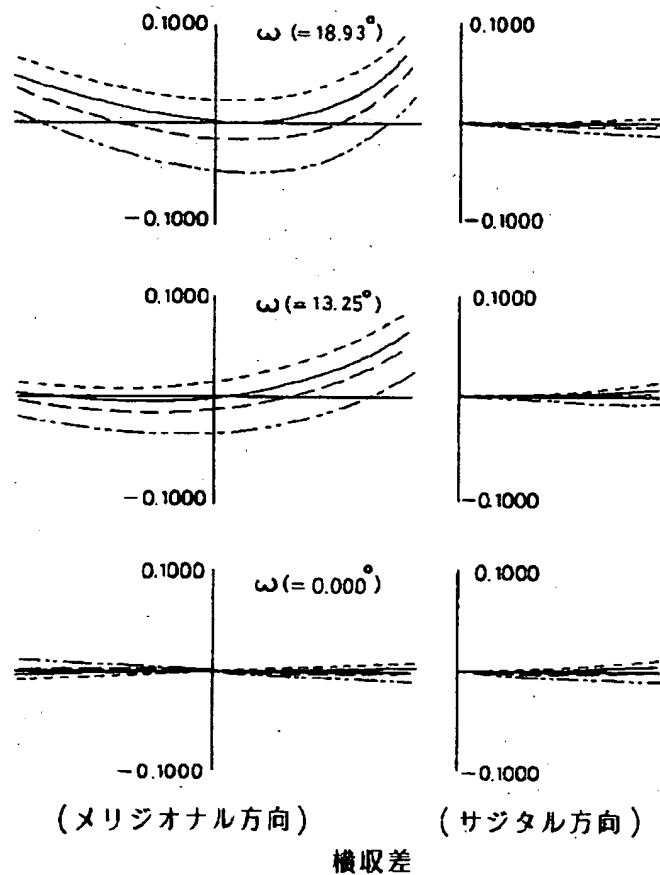
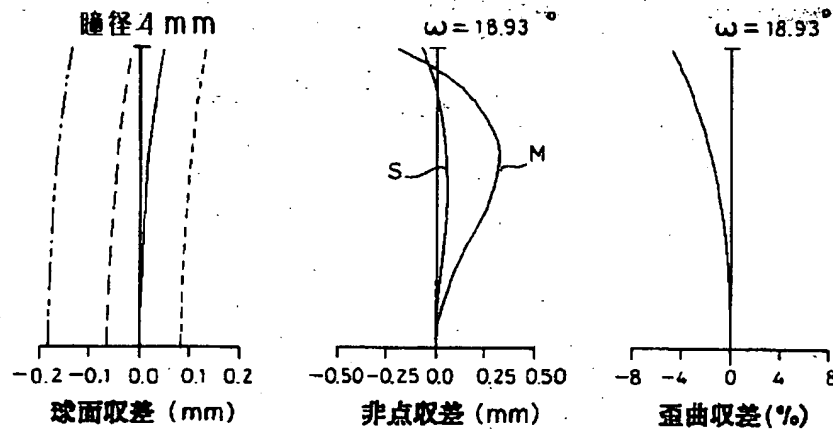
【図8】



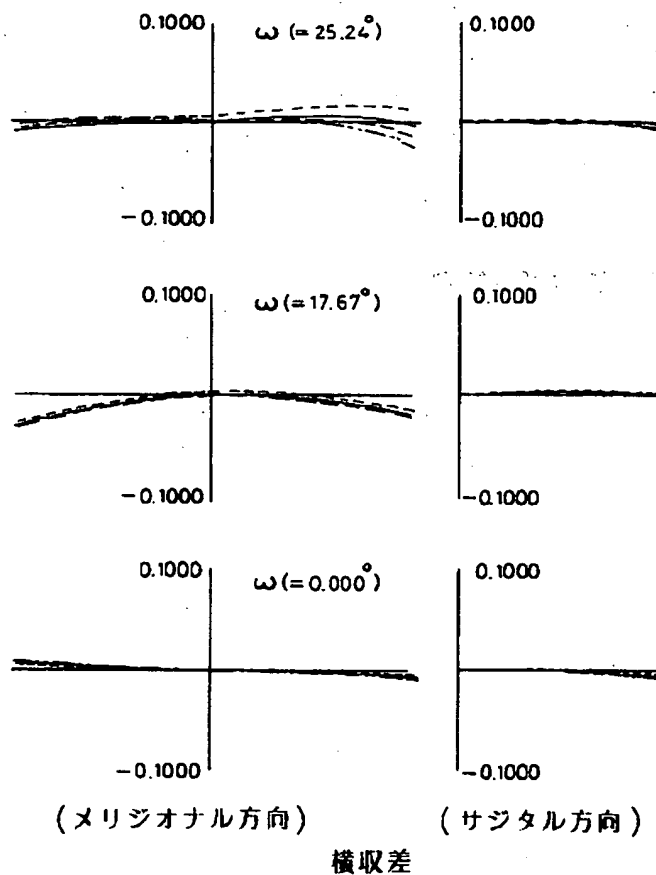
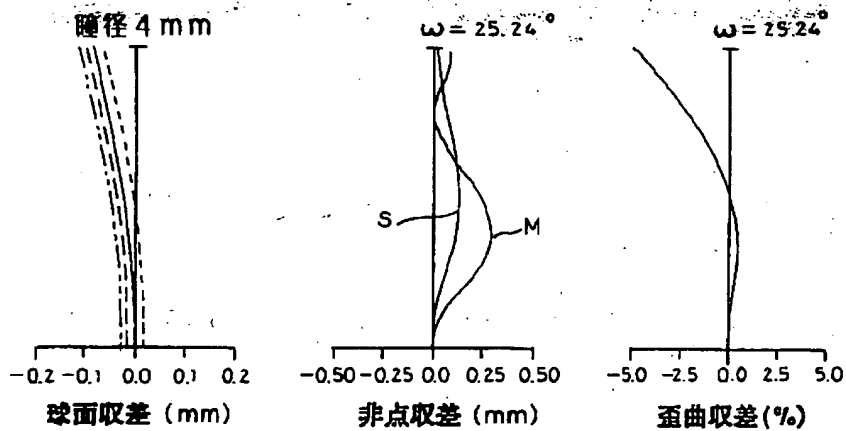
【図9】



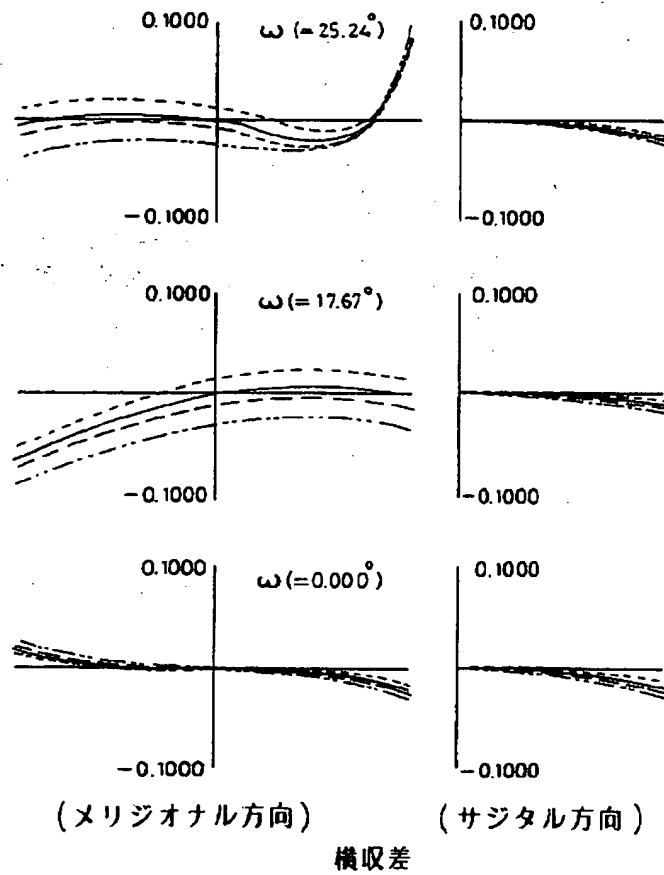
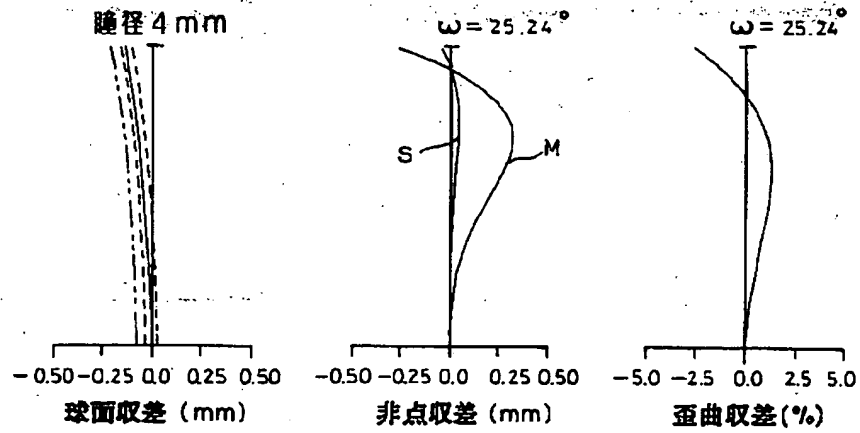
【図10】



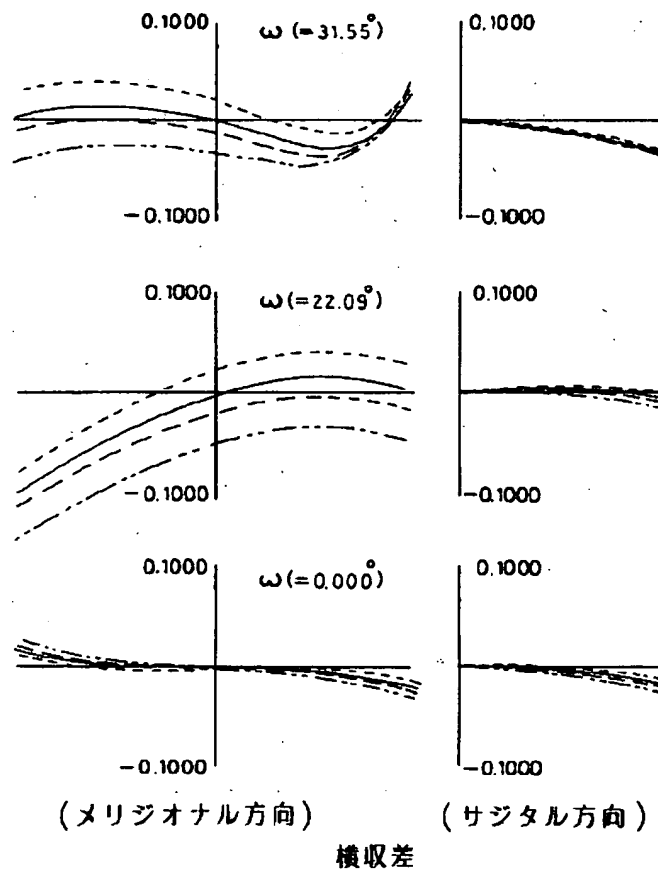
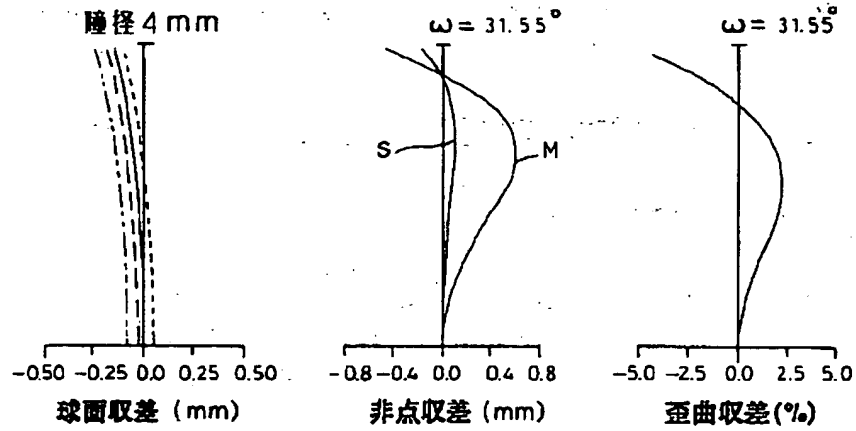
【図11】



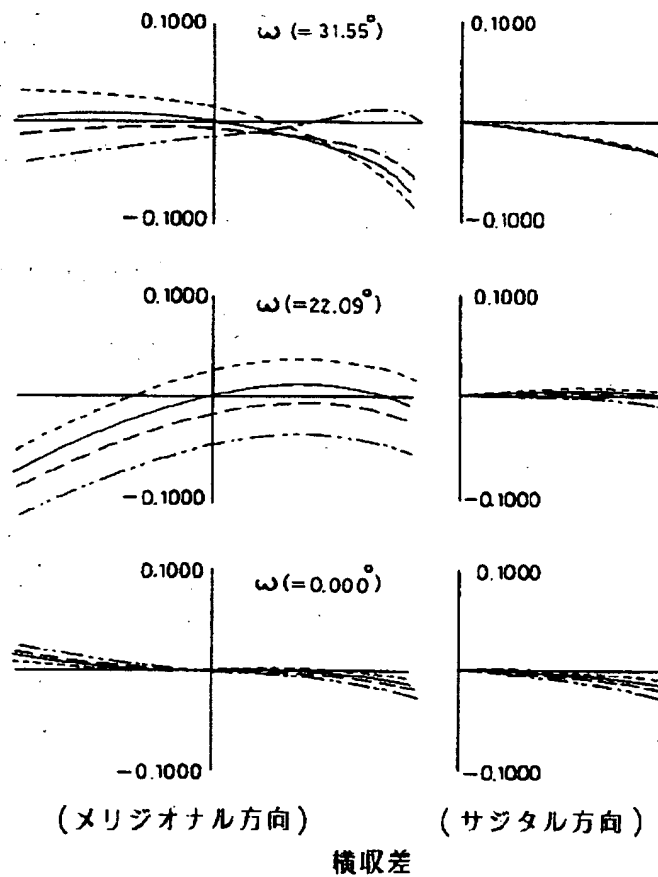
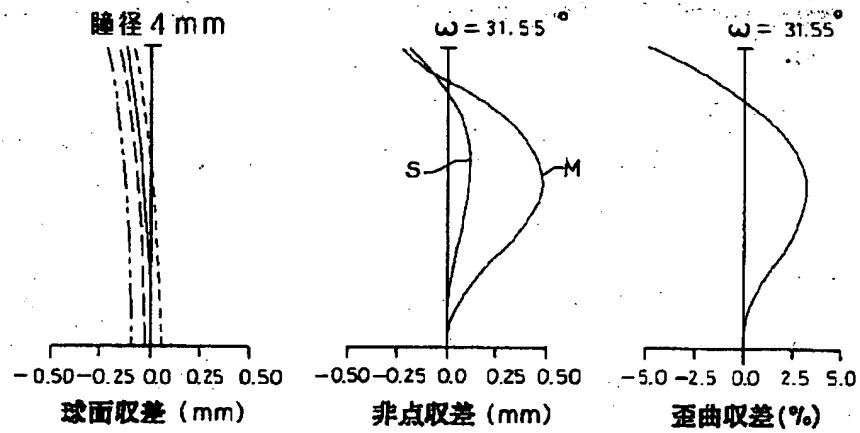
【図12】



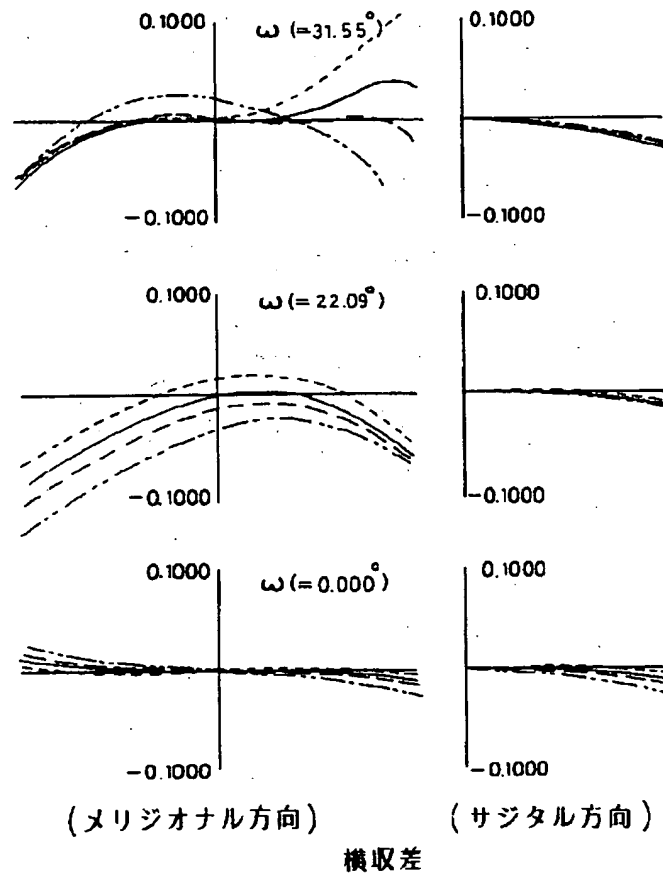
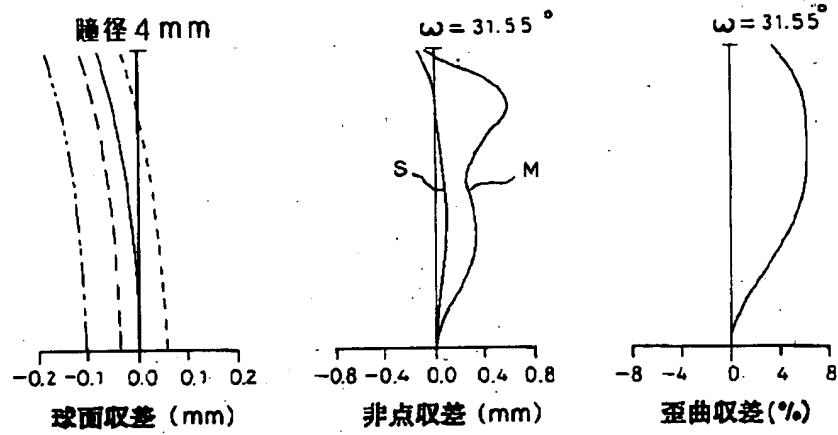
【図13】



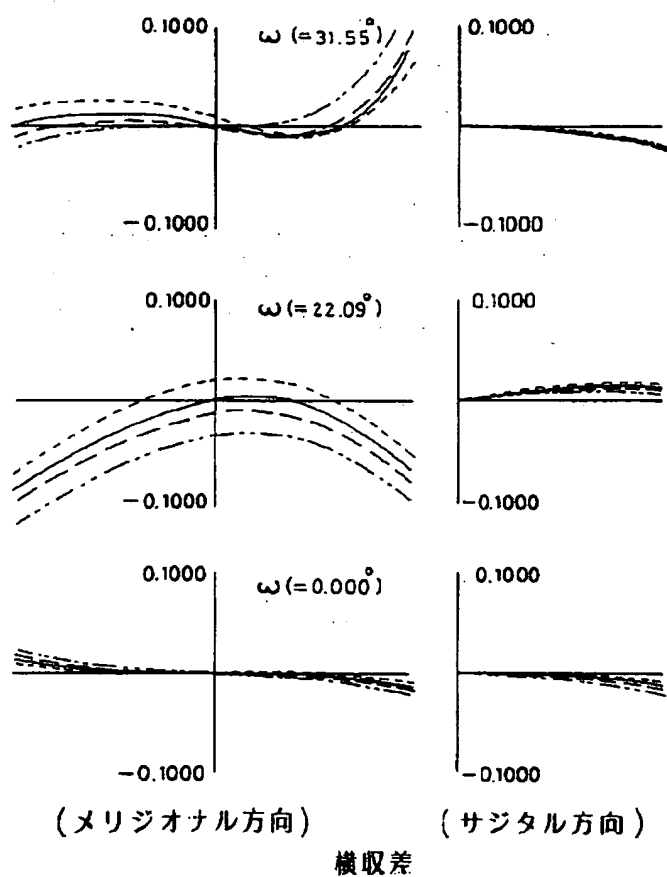
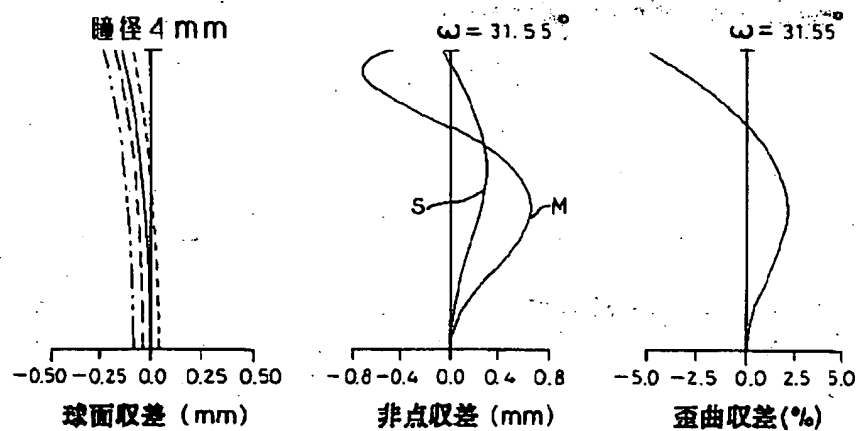
【図14】



【図15】



【図16】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成13年1月19日(2001.1.19)

【公開番号】特開平6-308396

【公開日】平成6年11月4日(1994.11.4)

【年通号数】公開特許公報6-3084

【出願番号】特願平5-101368

【国際特許分類第7版】

G02B 25/00

6/04

27/02

【F I】

G02B 25/00

A

6/04

F

27/02

Z

【手続補正書】

【提出日】平成12年4月13日(2000.4.13)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 観察像を表示する2次元表示素子と、該

$$1.4 < \nu_{d1} - \nu_{d2}$$

$$1 < |R/F| < 3$$

なる条件を満足すると共に、前記少なくとも1つの非球面が光軸から離れるに従って曲率半径が大きくなるように構成された非球面であることを特徴とする視覚表示装置用接眼レンズ。

【請求項2】 前記少なくとも1つの非球面は、前記接眼レンズの最も前記曲面像に近い面に配置されているこ

$$1.2 < F < 2.5 \quad [\text{mm}]$$

【請求項4】 前記接眼レンズの最も瞳側の面(第1面)の曲率半径を R_1 、最も前記曲面像に近い面(第3面)の曲率半径を R_3 としたときに、以下の条件(4)

$$0.4 < |R_1/R_3| < 2.5$$

2次元表示素子の平面像を曲面像に変換する変換光学素子と、その曲面像を拡大投影する正屈折力の接眼レンズとからなる視覚表示装置に用いられる接眼レンズにおいて、前記接眼レンズが少なくとも1つの非球面と2つ以上の硝種で構成された両凸正レンズ群からなり、アッベ数の大きい方の硝材のアッベ数を ν_{d1} 、アッベ数の小さい方の硝材のアッベ数を ν_{d2} とし、前記変換光学素子によって変換された物体面の曲率半径を R 、前記接眼レンズの焦点距離を F とすると、

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

とを特徴とする請求項1記載の視覚表示装置用接眼レンズ。

【請求項3】 前記接眼レンズの最も瞳側の面と瞳の間の距離(アイポイント)が12mm以上に構成され、以下の条件(3)を満足することを特徴とする請求項2記載の視覚表示装置用接眼レンズ。

$$\dots (3)$$

を満足することを特徴とする請求項3記載の視覚表示装置用接眼レンズ。

$$\dots (4)$$

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKewed/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.